

Histologische Untersuchungen
am lateralen Integument des Igels
Erinaceus europaeus
(Mammalia, Insectivora) ¹

von

Marianne HAFFNER * und Vincent ZISWILER *

Mit 8 Abbildungen

ABSTRACT

Histological investigations of the lateral integument of the hedgehog *Erinaceus europaeus* (Mammalia, Insectivora). — The hair and spine areas in the lateral integument of the hedgehog (*Erinaceus europaeus*) were compared.

For the first time, sensory pads of the epidermis with Merkel cells were observed. In the hair area, these are to be found near the thicker, protective hair and, in the spine area, near to the spines and above the *M. arrector*, which is inserted into the connective tissue sheath of the root of the spine and which anchors itself with several bunches of spines into the corium. It facilitates the erection of individual spines in contrast to the diagonally set *M. orbicularis*, which motivates all of the spines simultaneously. The presence of sudoriferous glands was established in both areas; they differed, however, in size and shape.

Sebaceous glands were observed above the spine roots.

¹ Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen eines Forschungsprogramms des 2. Autors, das vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützt wird.

Poster vorgelegt an der Jahresversammlung der SZG in Bern, 11.-12. März 1983.

* Zoologisches Museum der Universität Zürich, Winterthurerstrasse 190, CH-8057 Zürich, Schweiz.

EINLEITUNG

Das Integument des Igels hat seit jeher das besondere Interesse der Zoologen auf sich gelenkt. Eine umfassende, allerdings rein deskriptive Darstellung der Igelhaut gibt bereits CARLIER (1893). SPRENGER (1898) beschrieb als erster den Feinbau der Stacheln auf Grund histologischer Präparate. In neuerer Zeit bearbeiteten mehrere Autoren mit neuzeitlichen Methoden Teilstrukturen der Igelhaut. So untersuchten MURARIU (1972) die Hautdrüsen, STERBA (1976) die Stachelentstehung und MALINOWSKY und PAC (1978) mittels TEM Mechanorezeptoren in der Schnauzenregion. Wir versuchten mittels lichtmikroskopischen Methoden den Gesamtkomplex des lateralen Integuments im Übergangsbereich zwischen Haarzone und Stachelzone zu analysieren.

MATERIAL UND METHODEN

Zur Untersuchung gelangten insgesamt vier Igel, davon zwei subadulte Weibchen, ein adultes Weibchen und ein adultes Männchen. Das Material wurde einerseits von Frau L. Ramseyer (Igelstation Zürich) zur Verfügung gestellt, andererseits stammt es von auf Strassen überfahrenen Tieren.

Beim Untersuchungsbereich handelt es sich um einen 2 cm breiten, ca. 10 cm langen, zwischen Vorder- und Hinterextremitäten liegenden Integumentsstreifen in der Übergangzone Stachelkleid-Haarkleid. Die Deckhaare sind hier länger und dicker als in anderen Körperregionen und bewirken dadurch eine höhere Felddichte (STERBA 1975).

Das Material für histologische Präparate wurde in 4%, bzw. 10% Formol fixiert, in Paraffin eingebettet und mit dem Tetrander (R. Jung, Heidelberg) zu 7–15 μ dicken Schnitten weiterverarbeitet. Folgende Färbemethoden gelangten zur Anwendung:

Haemalaun-Eosin	(ROMEIS 1968)
Goldner	(ROMEIS 1968)
Azan	(ROMEIS 1968)
Bodian	(ROMEIS 1968)

Die Fotografien wurden mittels eines inversen Durchlicht-Kameramikroskops (ZEISS, ICM 405) und ILFORD FP4 (22 DIN) Filmen hergestellt.

RESULTATE

Unsere histologische Analyse erfasste alle Teilstrukturen des lateralen Integuments: Haare (Abb. 1), Stacheln (Abb. 2), Hautdrüsen, Haarmuskeln, Nervenendapparate, sowie das tiefere Corium. Wir erwähnen hier nur Befunde, die sich von jenen anderer Autoren unterscheiden sowie Neubefunde. Dies betrifft die Hautdrüsen, die Haut- und Haarmuskeln, die sensorischen „Epidermispolster“ und die Stellung dieser Einzelstrukturen zum Haar- bzw. Stachelkomplex.

1. Hautdrüsen

Alle von uns untersuchten Hautdrüsen treten stets vergesellschaftet mit Haaren oder Stacheln auf. Sie sind entweder polyptych (Talgdrüsen), oder monoptych (Schweiss-

drüsen vom Typ a). Ekkrine (e-) Drüsen, die frei an die Haut münden, finden sich im lateralen Integument des Igels nicht.

Die durch ihre stark aufgewundenen Kanäle charakterisierten Schweißdrüsen kommen im Stachelbereich dichter vor als im Haarbereich. Die zu den Stacheln ge-

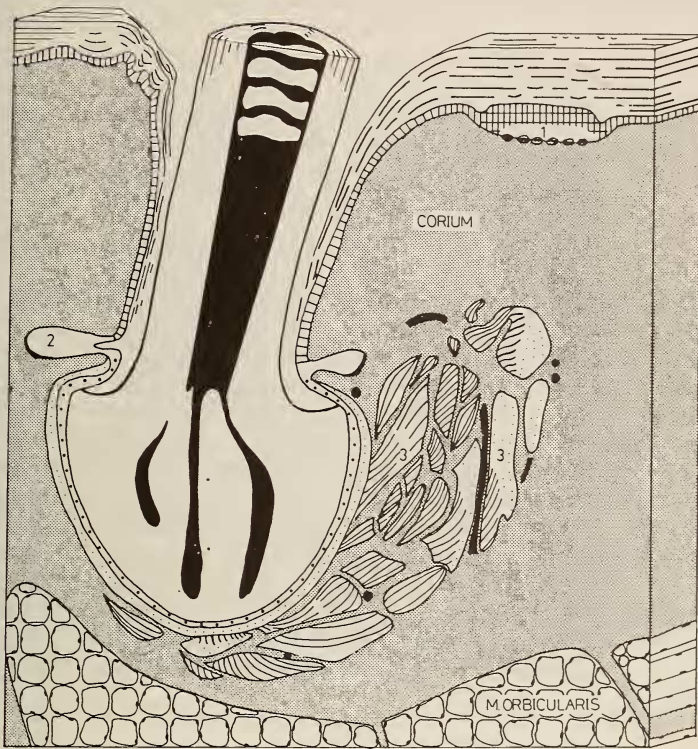


ABB. 1.

Schematischer Schnitt durch eine Stachelwurzel.

1: Epidermales Polster; 2: Stachelbalgdrüse; 3: M. arrector pili; Strichschraffur: Epidermis; schwarz: Mark; weiss: innere Wurzelscheide; grober Punktraster: äussere epitheliale Wurzelscheide; feiner Punktraster: Bindegewebs-Wurzelscheide.

hörenden Schweißdrüsen sind die grössten und ihre Kanäle sind am intensivsten aufgeknaeuelt. Sie liegen im Corium, direkt über dem M. orbicularis und stets unterhalb des M. arrector pili.

Die Schweißdrüsen des Haarbereiches finden sich nur bei den festeren Deckhaaren. Das Endstückknäuel dieser Drüsen liegt im Fettgewebe auf der Höhe der Haarwurzeln und auf der Seite des M. arrector. Der Ausführkanal mündet stets in der Nähe der Talgdrüsenmündung in den Haarbalg.

Die Talgdrüsen der Stacheln sind kleiner als jene der Haare. Ihr Ausführungsgang ist relativ lang, das Endstücksystem enthält jedoch nur wenige sekretiv aktive Zellen.

Ungewöhnlich ist die relativ tiefe Lage des Endstücksystems, unmittelbar über der Stachelzwiebel (Abb. 4).

Die Talgdrüsen der Haare sind alle ungefähr gleich gross, unabhängig davon, ob sie bei Deckhaaren oder Wollhaaren liegen. Jedes Haar besitzt zwei oder mehrere Talgdrüsen. In den meisten Fällen liegen sich diese Drüsen paarweise gegenüber.

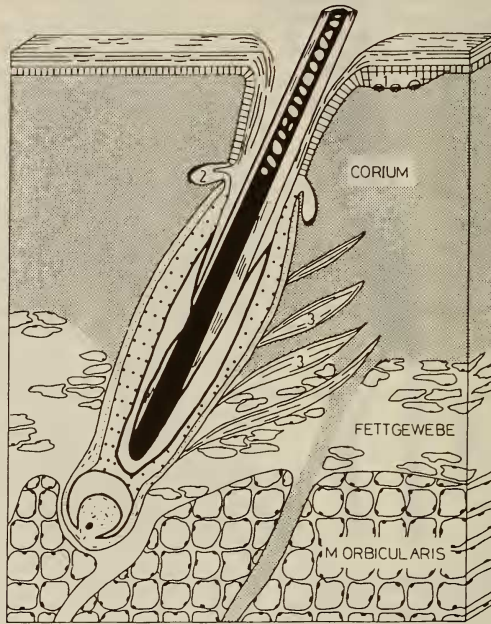


ABB. 2.

Schematischer Schnitt durch eine Borstenwurzel.

1: Epidermales Polster; 2: Borstenbalgdrüse; 3: M. arrector pili; Strichschraffur: Epidermis; schwarz: Mark; weiss: innere Wurzelscheide; grober Punkttraster: äussere epitheliale Wurzelscheide; feiner Punkttraster: Bindegewebs-Wurzelscheide.

2. Muskulatur

Im Untersuchungsbereich liegt die Randzone des Einrollmuskels (M. orbicularis), dazu sind die meisten Haare und alle Stacheln mit einem Aufrichtemuskel (M. arrector pili) versehen.

Der quergestreifte M. orbicularis ist im Stachelbereich aus parallel nebeneinander geschichteten Lamellen von Muskelfaserbündeln aufgebaut, wobei die einzelnen Lamellen wie auch die Faserbündel von Bindegewebe umhüllt sind. An seiner dicksten Stelle ist dieser Muskel ca. 4 mm mächtig. Seine Dicke nimmt im Haarbereich jäh ab auf eine Lage parallel im Fettgewebe verlaufender Muskelfaserbündel.

Der glatte M. arrector pili weicht beim Igel bezüglich Struktur und Insertionsweise stark vom bei den übrigen Säugetieren bekannten Grundtyp ab und zwar sowohl bei

den Stacheln als auch den Haaren. Von den Haaren besitzen die beiden Typen von Deckhaaren Aufrichtemuskeln, während sie bei Wollhaaren fehlen.

Unter den Deckhaaren fällt im Untersuchungsbereich vor allem der festere Typ auf, der oft als Borste bezeichnet wird. Während bei den dünneren Deckhaaren, wie allgemein bei Säugetierhaaren, nur ein einzelner Aufrichtemuskel am mittleren Haarbalgdrittel ansetzt, inserieren auf der Unterseite des schräg in der Haut sitzenden Balges der Borsten bis zu acht separate Muskeln im Bereich, der von der Mündungszone der Haarbalgdrüsen bis zur Haarzwiebel reicht (Abb. 2).

Noch abweichender ausgeprägt ist der Aufrichtemuskel der Stacheln. Als mächtiger glatter Muskel liegt er auf der Unterseite des schräg in der Haut liegenden Stachels neben und z.T. unterhalb der eichelförmigen Stachelzwiebel und inseriert auf einer grossen Fläche mit deren bindegewebigen Wurzelscheide (Abb. 1, 6a und 6b).

Dieser auffällige Muskel fasert schräg nach oben ins Corium aus.

3. Sensorische Epidermispolster

In unmittelbarer Nähe der festeren Deckhaare und der Stacheln entdeckten wir auffällige Verdickungen der Epidermis. Diese befinden sich neben der Austrittsstelle des Haares oder des Stachels oberhalb des *M. arrector*; nicht jedes feste Deckhaar und nicht jeder Stachel ist jedoch von einem solchen Polster begleitet.

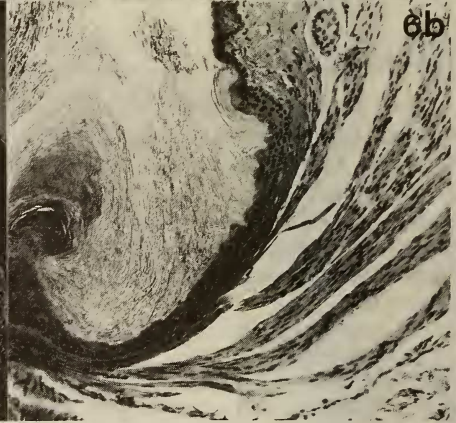
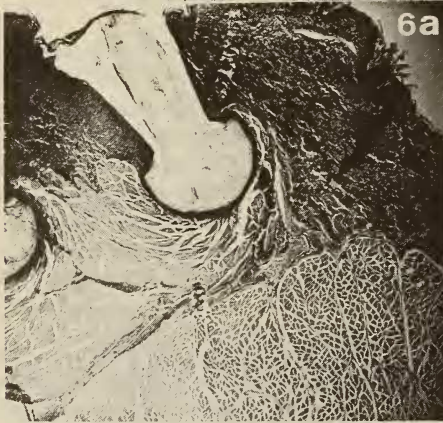
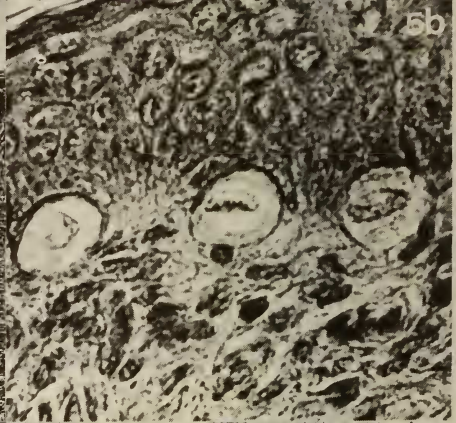
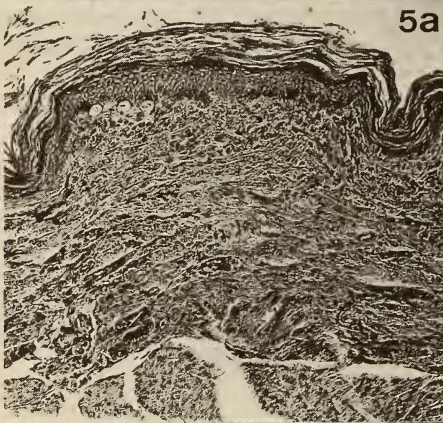
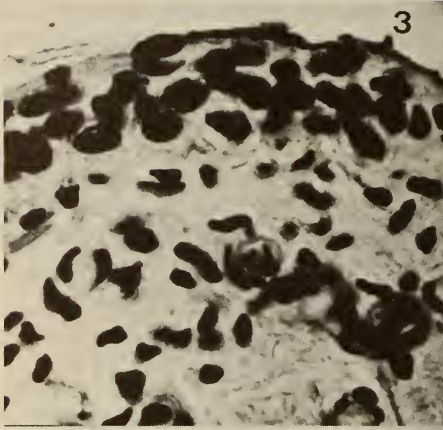
Während die normale Epidermis des Igels nur 2—3 schichtig ist, verdickt sie sich im Bereich des Polsters auf 5—8 Schichten. Die Polster sind unterlagert von bis zu 9 Merckelschen Tast-Zellen. Obwohl uns eine detaillierte Rekonstruktion der Nervenversorgung bisher noch nicht gelang, handelt es sich hier mit grosser Wahrscheinlichkeit um eine mechanorezeptorische Struktur, ähnlich derjenigen der Rüsselscheibe der Schweine oder des Eimerschen Organs der Schnauzenspitze des Maulwurfs. Die Epidermispolster der Deckhaare sind kleiner als jene der Stacheln (Abb. 3, 5b). Strukturell unterscheiden sie sich dadurch, dass sich die Epidermis bei den Deckhaaren kontinuierlich zum Polster verdickt, während sich dieses bei den Stacheln durch einen Ringgraben deutlich von der umgebenden Hautoberfläche abgrenzt (Abb. 5a).

DISKUSSION

1. Hautdrüsen

Die bisherigen Literaturangaben über das Vorhandensein von Haarbalgdrüsen beim Igel sind kontrovers. *CARLIER* (1893) stellte fest, dass „ausser einigen Ueberresten“ sich keine Talgdrüsen bei den Stacheln fänden. *MURIARU* (1972) verneinte das Vorkommen von Schweiss- und Talgdrüsen bei Stacheln. *STERBA* (1976) wiederum betont in seiner Arbeit über die Ontogenese der Stacheln, dass sie stets von beiden Typen von Balgdrüsen begleitet seien. Im Hinblick auf diese Kontroverse dehnten wir unsere Untersuchungen auch auf Stacheln der übrigen Körperregionen aus und stellten folgendes fest:

Die Stachelbälge aller Körperregionen besitzen Talgdrüsen. Allerdings ist ihr Endstücksystem verglichen mit jenem der Haarbalgdrüsen reduziert. Bezüglich Schweissdrüsen hingegen gibt es regionale Unterschiede. Bei den Rückenstacheln scheinen Schweissdrüsen tatsächlich zu fehlen, während sie in der von uns besonders untersuchten lateralen Uebergangszone voluminös ausgebildet sind.



2. Muskulatur

Die meisten Autoren sind sich darin einig, dass die synchrone Bewegung ganzer Stachelgruppen in erster Linie durch Kontraktion bzw. Erschlaffung des *M. orbicularis* zustande kommt. Der glatte Aufrichtemuskel der Stacheln hingegen wird von vielen Autoren nur beiläufig und in der neueren Literatur entweder gar nicht erwähnt oder als Teil des (quergestreiften!) *M. orbicularis* gedeutet.

1893 beobachtete *CARLIER* einen grossen glatten *M. arrector*. Dass die *Mm. arrectores* der Stacheln bezüglich Innervierung in keinem direkten Zusammenhang mit der Hautrumpfmuskulatur stehen, fand *MICHELSSON* (1922). Auch *WEBER* (1928) erwähnte glatte *Mm. arrectores*. Auf die Aufrichtung der Stacheln mittels *M. orbicularis* wies *HERTER* (1938, 1976) hin.

STERBA (1976) setzte sich mit *SOKOLOV* (1968) auseinander, welcher die starken *Mm. arrectores* der Stacheln mit dem *M. cutaneus trunci* homologisierte. Er selber schrieb von Bündeln quergestreifter Muskelfasern, die an den Stacheln zusammenlaufen.

Unsere Befunde an einem umfangreichen Material, z.T. mit Spezialfärbungen, beweisen, dass der seitlich und unten an der Stachelzwiebel ansetzende mächtige Muskel ausschliesslich glatte Muskelzellen enthält. Schwierigkeiten bei der Homologisierung dieses Muskels mit dem üblichen *M. arrector pili* könnten höchstens in Anbetracht der ungewöhnlich tief liegenden Ansatzstelle entstehen. Einen Hinweis, wie dieser modifizierte *M. arrector* im Laufe der Stammesgeschichte seine Ansatzstelle nach der Stachelzwiebel hin verschieben konnte, kann seine Ausprägung bei den borstenähnlichen Deckhaaren geben. Hier (Abb. 2) konnten wir die Aufteilung des normalerweise einteiligen Muskels in mehrere völlig selbständige Portionen beobachten, die von der Mündungszone der Balgdrüsen bis zur Haarzwiebel inserieren. Funktionell lässt sich diese Muskelvermehrung mit den erhöhten Zugkräften erklären, die die Aufrichtung einer massiven Borste erfordert.

Mit der Verlagerung der Ansatzstellen in Richtung Haarzwiebel wurde zugleich der Hebelarm verlängert.

Noch stärkere Kräfte sind nun für die Aufrichtung der Stacheln erforderlich. Eine Optimierung ergab sich dadurch, dass sich die Ansatzstellen aller Einzelpartien des *M. arrector* Richtung Stachelzwiebel verschoben, die zwecks besserer Befestigung sogar noch von unten erfasst wurde. Gleichzeitig kam es zu einer sekundären proximalen Verschmelzung der bei der Borste noch getrennten Muskelportionen. Der glatte Stachelmuskel des Igels ist damit mit grosser Wahrscheinlichkeit dem *M. arrector pili* der Säugetiere homolog und mit Bestimmtheit für die Aufrichtebewegung des Einzelstachels verantwortlich.

ABB. 3—6.

ABB. 3. Ausschnitt aus einem sensorischen Epidermispolster neben einem Deckhaar. Vier Merkelzellen unterlagern die verdickte Epidermis. Färbung: Bodian. Vergrösserung ca. 600×; ABB. 4. Stachelbalgdrüse mit relativ langem Ausführgang. Färbung Haemalaun-Eosin. Vergrösserung ca. 300×; ABB. 5a. Sensorisches Epidermispolster im Stachelbereich. Im unteren Corium sind Teile des *M. arrector pili* sichtbar. Färbung: Goldner. Vergrösserung ca. 100×; ABB. 5b. Ausschnitt aus einem sensorischen Epidermispolster im Stachelbereich. Die Merkelzellen zeichnen sich durch ein grosses helles Cytoplasma und einen abgeflachten Kern aus. Färbung: Goldner. Vergrösserung ca. 600×; ABB. 6a. Stachelwurzeln mit *Mm. arrectores pili*. Färbung: Azan. Vergrösserung ca. 15×; ABB. 6b. Ansatzstellen des *M. arrector pili* an der bindgewebigen Wurzelscheide der Stachelzwiebel. Färbung: Haemalaun-Eosin. Vergrösserung ca. 100×.

3. Sensorische Epidermispolster

Dass Merkelzellen, die untereinander und zu den afferenten Bahnen hin Nervenbindungen zeigen, eine mechanorezeptorische Funktion haben, ist unbestritten. Das Auftreten der epidermialen Polster stets in unmittelbarer Umgebung der Austrittsstelle von Stacheln und Borsten lässt vermuten, dass sie zusammen mit diesen als Tast- und Berührungsorgane funktionieren. Interessant ist in diesem Zusammenhang unsere Feststellung, dass nicht alle Stacheln und Borsten mit solchen Rezeptoren ausgerüstet sind. Versuche an lebenden Tieren haben gezeigt, dass als Reaktion auf die Berührung eines Einzelstachels sich eine ganze Gruppe von Stacheln aufrichtet. Leider war uns eine detaillierte Rekonstruktion der zum Stachelkomplex gehörenden Nervenverbindungen noch nicht möglich, sodass wir den von den Merkelzellen zum M. arrector führenden Reflexbogen weder quantitativ noch qualitativ beschreiben können.

LITERATURVERZEICHNIS

- CARLIER, E. W. 1893. Contributions to the histology of the hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *J. Anat. Physiol., Lond.*, 27, Part III: the skin: 169-178.
- HERTER, K. 1938. Die Biologie der europäischen Igel. *Monographien der Wildsäugetiere*, Band V.
— 1967. Die Insektenfresser. *Grzimeks Tierleben*, 10.
- MALINOVSKY, L. and L. PAC. 1978. The Ultrastructure of Sensory Corpuscles in the Skin of the Hedgehog Snout. *Z. mikrosk.-anat. Forsch.*, Leipzig 93, 4: 673-688.
- MICHELSSON, G. 1922. Die Hautmuskulatur des Igels (*Erinaceus europaeus*). *Morph. Jb.* 51: 147-229.
- MURARIU, D. 1972. Observations concerning the form, size, structure and spreading of the sebaceous and sudiferous glands in the *Erinaceus europaeus* L., *Crocidura leucodon* Herm. and *Neomys fodiens* Schreb. (Ord. Insectivora-Mammalia). *Trv. Mus. Hist. nat. «Gr. Antiba»*, 12: 393-405.
- ROMEIS, B. 1968. Mikroskopische Technik. *R. Oldenbourg Verlag, München-Wien*.
- SOKOLOV, V. E. 1968. Strojenije i adaptivnyje osobennosti koži nasekomojadnych. *Vest. Moskov. univ.*, ser. VI (3): 20-31.
- SPRENGER, H. 1898. Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Stacheln von *Erinaceus europaeus*. *Zool. Jb., Abt. f. Anat.*, 11: 97-152.
- STERBA, O. 1975. Das Haarkleid des Ostigels, *Erinaceus concolor roumanicus*, Barret-Hamilton, 1900. *Zool. Listy* 24 (2): 125-135.
— 1976. Zur Entstehung der Stacheln bei der Gattung *Erinaceus* (Insectivora, Mammalia). *Zool. Listy*, 25: 33-38.
- STRAILE, W. E. 1969. Encapsulated nerve-end organs in the rabbit, mouse, sheep and man. *J. comp. Neurol.* 136. 317-336.
- WEBER, M. 1928. Die Säugetiere. 2. *Verlag Gustav Fischer, Jena*.